

Caroline Pozzobon Francisco

Memória de trabalho visual-verbal nos transtornos do neurodesenvolvimento: Uma Revisão
Sistemática da Literatura

Uberlândia, MG

Julho/2019

Caroline Pozzobon Francisco

Memória de trabalho visual-verbal nos transtornos do neurodesenvolvimento: Uma Revisão
Sistemática da Literatura

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Instituto de Psicologia da Universidade Federal de
Uberlândia como requisito parcial à obtenção do
Título de Bacharel em Psicologia.

Orientadora: Profa. Dra. Jeanny Joana Rodrigues
Alves de Santana

Uberlândia, MG

Julho/2019

Caroline Pozzobon Francisco

Memória de trabalho visual-verbal nos transtornos do neurodesenvolvimento: Uma Revisão
Sistemática da Literatura

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto de Psicologia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial à obtenção do Título de Bacharel em Psicologia.

Orientadora: Profa. Dra. Jeanny Joana Rodrigues Alves de Santana

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Jeanny Joana Rodrigues Alves de Santana (orientadora)
Instituto de Psicologia da Universidade Federal de Uberlândia

Profa. Dra. Maria Irene Miranda
Faculdade de Educação da Universidade Federal de Uberlândia

Profa. Dra. Nívea de Macedo Oliveira Morales
Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Uberlândia

SUMÁRIO

Resumo	1
Abstract	2
1.Introdução	3
2.Método	7
3.Resultado	8
4.Discussão	9
Tabela 1.....	10
4.1 Memória de trabalho para Integração de informações e Desenvolvimento da Linguagem...	14
4.2 Memória de trabalho para Integração de informações e Desempenho Acadêmico.....	16
5.Conclusão	19
6. Referências	20

Resumo

A integração de informações na memória de trabalho (MT) é vastamente estudada em grupos de adultos e crianças no desenvolvimento típico, mas há pouca sistematização de evidências sobre a natureza desta representação nos transtornos do neurodesenvolvimento. O objetivo do presente estudo foi investigar o funcionamento da MT para a integração de informações visuais e verbais em crianças diagnosticadas com transtornos do neurodesenvolvimento. Foi realizada uma revisão sistemática, sem metanálise, de estudos experimentais que investigaram o modo como crianças em desenvolvimento atípico armazenam e recuperam informações de multimodalidades na memória de trabalho. Por meio do método PRISMA de revisão teórica foram consultadas as bases Web of Science e Google Acadêmico, sendo identificados estudos em inglês e português, publicados entre 2014 e 2019, por meio de descritores “working memory, binding, developmental psychology, experimental psychology, neurosciences”. A análise dos 13 estudos indicou diferenças significativas de desempenho da MT em grupos clínicos versus não clínicos; efeito do aumento da idade no desempenho da memória e relação direta da MT com as aquisições escolares, com destaque para a aquisição da linguagem. São discutidas as contribuições destas evidências para o aprimoramento dos modelos teóricos sobre a memória para integração de informações na memória de trabalho, bem como destaca-se o papel destas evidências na fundamentação de práticas avaliativas e de intervenção nos transtornos do neurodesenvolvimento.

Palavras-chave: memória de trabalho; integração de informações; transtornos do neurodesenvolvimento.

Abstract

The working memory binding is extensively studied in groups of adults and children in typical development, but there is little systematization of evidence about the nature of this representation in neurodevelopmental disorders. The aim was to investigate the functioning of working memory binding for the integration of visual and verbal information in children diagnosed with neurodevelopmental disorders. A systematic review was conducted, without meta-analysis, of experimental studies that investigated how atypical developmental children store and retrieve multimodality information in working memory. Through the PRISMA method of theoretical revision, the bases Web of Science and Google Scholar were consulted, being identified studies in English and Portuguese, published between 2014 and 2019, using descriptors “working memory, binding, developmental psychology, experimental psychology, neurosciences”. The analysis of the 13 studies indicated significant differences in working memory binding performance in clinical versus non-clinical groups; effect of increasing age on memory performance and direct relation of working memory with school abilities, with emphasis on language acquisition. It is discussed the contributions of these evidences to the improvement of theoretical models about memory for the multimodality binding, as well as the role of these evidences in the structure of evaluation and intervention practices in neurodevelopmental disorders.

Keywords: work memory; binding; neurodevelopmental disorders.

1. Introdução

O presente estudo foi desenvolvido como Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Psicologia, inspirado pela prática de estágio com equipe multiprofissional. Nesta experiência foi notada a necessidade de ampliar a compreensão sobre modelos teóricos da memória de trabalho, e a busca por evidências sobre o funcionamento deste domínio cognitivo nas condições de transtornos do neurodesenvolvimento.

O objetivo do presente estudo foi investigar o funcionamento da MT para a integração de informações visuais e verbais em crianças diagnosticadas com transtornos do neurodesenvolvimento. Este estudo pretende acrescentar conhecimentos na descrição de modelos teóricos da memória de trabalho. De forma indireta, pretende-se auxiliar pessoas em situação de dificuldades causadas pelos transtornos do neurodesenvolvimento por meio da produção de evidências que possam ser utilizadas para aprimorar a avaliação cognitiva dessas pessoas e resultar em melhores desfechos para os casos.

A Memória de Trabalho (MT) é um constructo em psicologia que se refere ao armazenamento temporário e manutenção de informações para desempenhar tarefas cognitivas como compreensão verbal, aprendizagem e raciocínio. As estruturas neurológicas correlatas, o seu funcionamento e exata natureza ainda estão em debate na ciência (Dehn, 2015), mas pode-se dizer que um dos modelos teóricos mais influentes neste campo é o modelo multicomponente de Baddeley (2007). Nesta abordagem a MT é dividida em subcomponentes, sendo eles (1) o componente executivo central, que funciona como um sistema de controle atencional; (2) o componente viso espacial, responsável pela manipulação de imagens; (3) a alça fonológica, responsável por armazenar e recitar o material verbal, necessária para a aquisição tanto da língua nativa quanto na aprendizagem de outras línguas; (4) um componente de registro episódico, “Episodic Buffer” no inglês, que mantém de forma integrada episódios ou partes de

informações em um código multidimensional, sendo as características isoladas oriundas da percepção ou mesmo da memória de longo prazo (Baddeley, 2012).

Os estudos que investigaram o modelo multicomponente da memória de trabalho foram bem-sucedidos em indicar a dissociação dos componentes de armazenamento visual e verbal (Baddeley, 2007), e mais recentemente ocorre intensa investigação sobre a representação mental das informações associadas na memória de trabalho (Galera & Santana, 2012). Considerando a vida prática, nós realizamos tarefas cotidianas com base nas informações que mantemos íntegras na memória, ou seja, na conjunção de dimensões. Por exemplo, quando alguém nos é apresentado e, logo em seguida, precisamos lembrar o nome da pessoa, é necessário que as informações verbais (o nome da pessoa apresentada) e visuais (o rosto) estejam integradas, associadas (Godoy, 2010).

Estudos experimentais mostraram diferentes características de registro das informações integradas ou isoladas na memória de trabalho, seja na avaliação de adultos saudáveis (Godoy, 2010), ou com determinadas condições clínicas. Por exemplo, há evidências sobre déficits de memória para conjunção de informações como marcadores clínicos e pré-clínicos da doença de Alzheimer, considerando indícios de prejuízo seletivo na memória de trabalho para integração de diversas modalidades da informação, com preservação da memória para as características isoladas (Birba et al., 2017).

No que se refere à população de crianças e adolescentes, Brockmole & Logie (2013), em investigação sobre a memória de trabalho visual ao longo do desenvolvimento, demonstraram que a capacidade de armazenamento tem um pico aos vinte anos de idade, sofre um declínio acentuado aos cinquenta e cinco anos, sendo que a memória imediata de adultos é inferior ao desempenho de crianças de oito e nove anos. Os autores explicam que as diferenças desenvolvimentais na memória de trabalho ocorrem devido às dificuldades quanto à capacidade para registro de informações integradas, demonstrada por crianças pequenas e idosos.

Em estudo no qual foram comparados os desempenhos em tarefas de memória de três grupos (Sarigiannidis, Crickmore & Astle, 2016) (1) crianças mais novas, de 7-9 anos e (2) mais velhas, de 10-12 anos e (3) 42 adultos, os autores mostraram que a capacidade de crianças mais novas em reter a informação visuoespacial é altamente limitada, mas é uma habilidade que melhora com a maturação cerebral, ou seja, um desenvolvimento natural, e com o nível educacional dessas crianças. O mesmo estudo pontua que a capacidade da MT é um indicador importante do nível de aquisição de aprendizagem, uma vez que a MT diz respeito a um processo simultâneo de manter e processar a informação. Esta conclusão sugere que a memória de trabalho é aspecto básico para desenvolvimento de comportamentos complexos, dentre eles a aprendizagem, e pode ser, portanto, um indicador importante de diagnóstico de alterações do neurodesenvolvimento.

Nesta corrente de estudos sobre a maturação cerebral e contextos ambientais na memória de trabalho, Simmering, Miller e Bohache (2015) descreveram que na integração entre as características cor e forma as mudanças no desenvolvimento ocorrem mais tardiamente para o registro das cores. Entretanto, o desempenho fica equiparado quando a variável “familiaridade” é manipulada entre condições. As taxas de acertos nas tarefas de registro visual e forma tornam-se semelhantes quanto menos treino e prática o indivíduo possuir com as tonalidades de cores. É provável que este fator da familiaridade seja elemento adequado a ser considerado na avaliação do desenvolvimento cognitivo e suas alterações. Cowan, Saults e Clark (2015) compartilham as evidências de Simmering et al. (2015), mas preferem denominar o resultado como “fator contextual”, ao invés de “familiaridade com o estímulo”.

Darling, Parker, Goodall, Havelka e Allen (2014) chamaram de “Visuospatial bootstrapping” a ligação implícita entre as memórias de trabalho visual-espacial-verbal. Eles encontraram o seguinte padrão: em testagens de recordação serial de dígitos, em que era pedido para os testandos focarem apenas na localização dos estímulos, foi observado que os indivíduos

tinham bom desempenho de recordação de localização quando o teclado era apresentado na testagem, ou seja, os indivíduos conseguiam registrar, sem esforço ou instrução específica, tanto a localização do estímulo, quanto o rótulo verbal associado à esta localização espacial. Outro dado importante deste estudo foi o de que as crianças mais novas (6 anos de idade) conseguiam manter as características isoladas na memória, mas demonstravam fraco desempenho na integração multimodal. Os autores interpretaram este dado como evidência de trajetórias desenvolvimentais distintas para registro de informações isoladas versus integradas. Estas evidências suscitam questionamentos sobre este caminho na evolução ontogenética, considerando as especificidades dos transtornos do neurodesenvolvimento.

Sabemos que existem diferenças desenvolvimentais no registro de informações integradas na memória de trabalho. Entretanto, o que dizer deste tipo de armazenamento quando a população em estudo é a de pessoas que apresentam alterações no desenvolvimento neurocognitivo? Os transtornos do neurodesenvolvimento, de acordo com o DSM-5 (APA, 2013), são consideradas as condições que se manifestam na fase do desenvolvimento e se caracterizam por déficits, capazes de causar prejuízos nos âmbitos social, pessoal e de aprendizagem (acadêmico). Esses déficits podem oscilar desde limitações específicas na aprendizagem ou no controle das funções executivas, até prejuízos mais abrangentes em habilidades sociais e inteligência e, de forma frequente, é possível ocorrer mais de um transtorno.

Um dos transtornos do neurodesenvolvimento vastamente conhecidos na literatura é o TDAH, Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade, o qual descreve indivíduos (crianças ou adultos) que não conseguem, ou apresentam dificuldades nítidas, em focarem a atenção, controlar a impulsividade e apresentam possíveis problemas na parte motora (Messina & Tiedmann, 2009). No estudo de Silva & Capellini (2013) as autoras constataram diferenças estatísticas significativas no desempenho de crianças sem TDAH (essas apresentaram melhor

desempenho), em relação às crianças que possuíam o transtorno, em atividades que avaliaram os participantes em leitura, escrita, consciência fonológica, velocidade de processamento e memória de trabalho fonológica. Apesar de ser uma grande contribuição na descrição de processos cognitivos, este estudo não permite esclarecimento de diferenças ou similaridades na memória de trabalho para integração de informações entre crianças com transtornos do neurodesenvolvimento e controles. Outros estudos também se aproximaram desta questão (Ferreira, 2011), mas não puderam estabelecer paralelo entre subgrupos clínicos dos transtornos do neurodesenvolvimento, e destes para com a população em geral quanto à memória de trabalho para integração de informações.

Para alcançar os objetivos deste trabalho e estudar a hipótese que a MT sofre quedas de desempenho para integração de informações em grupos clínicos, foi realizada uma revisão sistemática da literatura. O método de investigação será descrito a seguir.

2. Método

Foi realizada uma revisão sistemática, sem metanálise, de estudos experimentais que investigaram o modo como crianças em desenvolvimento atípico armazenam e recuperam informações de multimodalidades na memória de trabalho. As bases de dados Web of Science e Google Acadêmico foram consultadas, e identificados estudos em inglês e português, publicados entre 2014 e 2019 com as palavras chave “working memory, binding, developmental psychology, experimental psychology, neurosciences”. A amostra de estudos para análise foi reunida por meio do método Prisma, que é o método “Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análise”, em inglês PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Review Meta-Analyses) (Moher, Liberati, Tetzlaff, & Altman, 2009), seguindo os procedimentos de identificação, triagem, elegibilidade e, por fim, inclusão (Figura 1).

As informações das referências foram categorizadas em um protocolo específico, considerando o delineamento experimental, principais resultados e discussão crítica. Os dados foram analisados qualitativamente, mediante a fundamentação teórica do modelo multicomponente da memória de trabalho.

Segundo a categorização de elegibilidade do método PRISMA, que considera itens de pertinência com o objetivo do estudo (Moher, Liberati, Tetzlaff, & Altman, 2009) foram considerados os trabalhos que majoritariamente se embasavam no modelo de multicomponente de Memória de Trabalho de Baddley, todos com delineamento experimental e com a temática pertinente à memória de trabalho para integração de informações visuais e verbais. Foram priorizados os trabalhos com grupos clínicos, mas aqueles que não possuíam tal característica, mas estavam de acordo com a temática também foram colocados para elegibilidade.

3. Resultados

Considerando o objetivo de descrever evidências da memória de trabalho para conjunção de informações nos transtornos do neurodesenvolvimento foi realizada uma revisão sistemática pelo método dos Principais Itens Para Relato de Revisões Sistemáticas (PRISMA, Moher et al, 2009). Neste procedimento foram identificados 13 artigos, que foram analisados em sua totalidade pela extração de dados dos objetivos, procedimentos e principais resultados. O fluxo do procedimento de seleção dos estudos está representado na Figura 1.

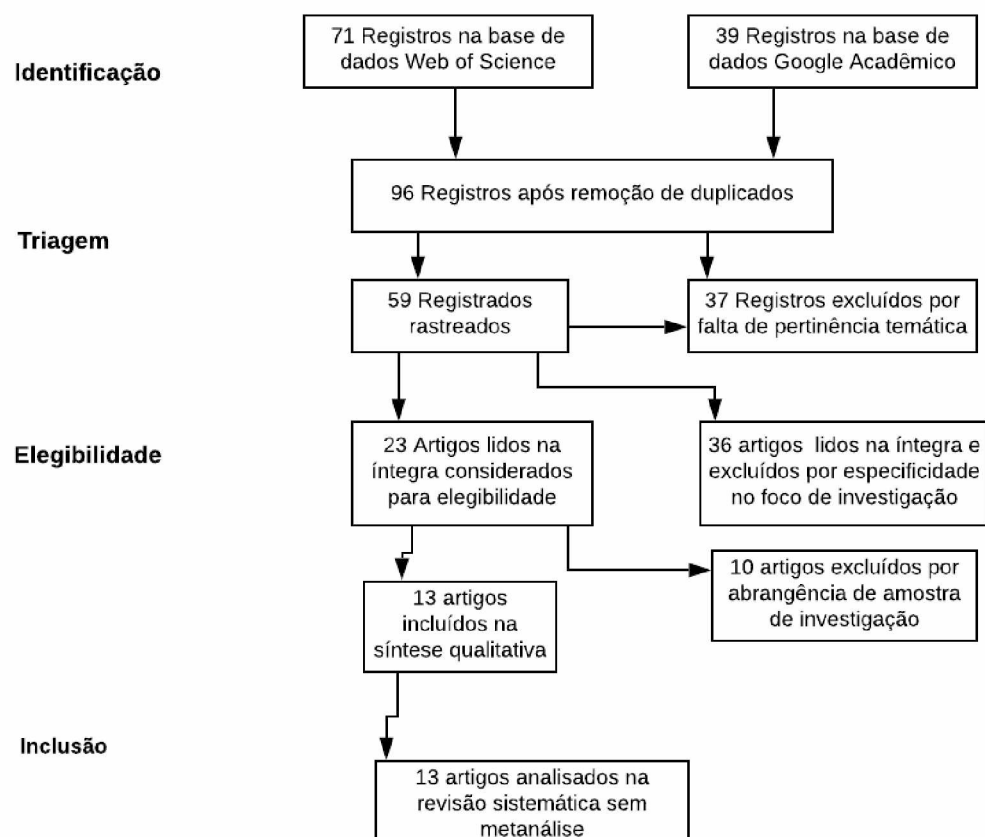


Fig.1 Fluxo de informações através das diferentes fases da revisão sistemática, baseado em Moher et al.,2009.

4.Discussão

O objetivo do presente estudo foi investigar o funcionamento da MT para a integração de informações visuais e verbais em crianças diagnosticadas com transtornos do neurodesenvolvimento. Os estudos revisados não apresentaram, em sua totalidade, testagens com grupos clínicos, mas contribuíram para o entendimento do funcionamento da MT para integração de informações e sua intrínseca relação com o desenvolvimento das habilidades escolares. Em síntese, foi possível verificar diferenças significativas de desempenho da MT em grupos clínicos versus não clínicos; efeito do aumento da idade no desempenho da memória e relação direta da MT com as aquisições escolares, com destaque para a relação com a aquisição da linguagem (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição dos estudos selecionados para a amostra de revisão sistemática, em função do objetivo, procedimento, principais resultados e conclusões.

Estudo	Objetivo	Procedimento	Resultados e Conclusões
Darling et al., 2014	Investigar o fenômeno da ligação viso-espacial- verbal em crianças e adultos.	Dois grupos de crianças e um adulto foram testados na capacidade da memória para dígitos	O processo de desenvolvimento dessa ligação viso-espacial- verbal é diferente do desenvolvimento separado dessas áreas.
Blankenship & Riggins, 2015	Verificar mudanças no desenvolvimento cognitivo para integração de informações na MT.	Tarefas do Paradigma da Memória adaptado de Diane et al., 2010.	Os resultados apontam que a relação entre FE e MT podem ser específicas para informações não integradas.
Cottini et al., 2014	Investigar os efeitos do bilinguismo e da idade no desempenho de tarefas de integração de informações (vinculação de cores)	Tarefas de vinculação de cores e tarefas globais-locais; para medir a MT visual avaliar o controle inibitório pelo executivo central.	Diferenças não significativas entre os grupos para as tarefas de integração de informações visuoespaciais.
Cowan et al., 2015	Investigar os fatores que podem influenciar a capacidade de MT para uma matriz visual de objetos (simples).	Tarefas de cor e forma em matrizes, para recordação de localização.	Há evidência consistente da existência de um aumento real do desenvolvimento da capacidade de memória de trabalho para objetos em uma matriz.

... continua

... continuação

Estudo	Objetivo	Procedimento	Resultados e Conclusões
Garcia et al., 2014	Investigar a conjunção de informações visuais da MT em grupos com e sem dificuldades de aprendizagem (Dislexia e Dificuldades de aprendizagem não-verbal).	Tarefas separadas e em conjunção: Blocos de Corsi e recordação de cores em crianças de 8 a 10 anos.	Dificuldades diferentes na MT entre os grupos com e sem as dificuldades.
Garcia et al., 2015	Testar se crianças com dificuldades para aprendizagens não verbais (DANV) possuem problemas no <i>binding</i> da MT visuoespacial.	Avaliação da memória de trabalho e de curto prazo visual para formas e cores (integradas e dissociadas)	Dificuldades significativas no binding no grupo com DANV.
Sarigiannidis et al., 2016	Explorar as diferenças na recordação e na precisão do resgate da memória visuoespacial no desenvolvimento individual de crianças.	Participantes de 7 a 12 anos, divididos em dois grupos. Tarefas de memória de trabalho visuoespacial: matrizes de pontos e recordação espacial.	Diferenças no desempenho de MT entre crianças de 10-12 anos e as de 7-9 anos.
Simmering et al., 2015	Investigar como a capacidade de retenção da MT visuoespacial se diferencia ao longo do desenvolvimento.	Dois experimentos conjunções de informações visuais (cor-forma).	A retenção de cores e formatos mais familiares acontece com maior frequência.

... continua

... continuação

Estudo	Objetivo	Procedimento	Resultados e Conclusões
Toffanlini et al., 2017	Investigar a vinculação de informações visuais e fonológicas da MT em crianças com dislexia.	Testes de reconhecimento da vinculação de informação visual e fonológica (forma e não palavras)	Dificuldades significativas pelo grupo com dislexia na tarefa de vinculação de informações.
Toffalini et al., 2019	Investigar a capacidade para o o binding de MT fonológica e visual em crianças com problemas específicos de leitura.	Tarefas de span de não palavras, de formas e span da conjunção entre não palavras e formas.	Evidências de déficits na MT intermodal (visual-fonológica) em crianças com prejuízos de leitura.
Ünal & Hohenberger, 2017.	Investigar o desenvolvimento conjunto da cognição episódica passada e futura e as habilidades cognitivas secundárias.	Testagem de memória episódica, memória de trabalho visuoespacial(Blocos de Corsi) e de linguagem temporal (presente-passado e futuro) (Stroop)	A correlação entre as tarefas de passado e futuro episódicos, e as tarefas de linguagem mostraram relação de altos desempenhos com a cognição episódica passada e futura.
Wang et al., 2015	Avaliar o desenvolvimento do buffer episódico da memória de trabalho	Comparação da integração de informações na memória entre adultos e crianças	Relação entre o desempenho da MT e as habilidades de leitura, ou reconhecimento de palavras.

Wang et al., 2017	Avaliar se a relação entre do binding de modalidades da MT e o desenvolvimento lexical .	Treino de palavras em mandarim associadas a objetos e tarefas de MT visual e verbal separadas e em conjunção.	Correlação entre o aprendizado das novas palavras com a retenção dos pares palavra-objeto.
----------------------	--	---	--

... *continuação*

Com bases nesses registros realizados, foi possível dividir a discussão em duas grandes áreas de debate, para uma melhor forma de entendimento e para o destaque da importância dessas duas áreas :A memória de Trabalho para integração de informações e o (1) Desenvolvimento da Linguagem; e o (2) Desempenho Acadêmico.

4.1 Memória de Trabalho para Integração de Informações e Desenvolvimento da Linguagem

Alguns estudos já apontaram relações estreitas entre a MT e questões da linguagem, como consciência fonológica e aquisição da escrita, indicando que os prejuízos avaliados na MT refletem no desempenho da aquisição da compreensão verbal, da escrita e da leitura (Gindri et al., 2007; Uehara e Fernandez, 2010; Netto et al., 2011). No estudo de Cottini, et al. (2015) os autores compararam grupos de crianças bilíngues e monolíngues para avaliar fatores do executivo central e da conjunção visuoespacial (cor-forma). Foi possível detectar que os dois grupos de participantes não se diferenciaram no desempenho das tarefas de conjunção cor-forma, mas as crianças bilíngues apresentam melhor performance na condição “registro unitário da forma visual”. Apesar de a conjunção ter sido investigada em domínios de um mesmo componente da MT, é possível extrair a conclusão de que o desempenho para integração de informações não se diferencia entre grupos. Assim, uma questão a ser pesquisada envolve análise das diferenças de armazenamento entre estes dois grupos (bilíngues e monolíngues) com um terceiro grupo, que é aquele das pessoas com transtornos específicos de aprendizagem, do tipo leitura e escrita. As pessoas que apresentam defasagem escolar, atribuídas aos problemas neurodesenvolvimentais também teriam melhor desempenho nas tarefas de registro de características isoladas, na comparação com características integradas? Neste caso, faria diferença a modalidade da informação, por exemplo, cor-forma e grafema-fonema?

Uma forma de avaliar em laboratório estas falhas no desenvolvimento cognitivo em condições nas quais não há acesso à grupos clínicos é através do controle de variáveis no delineamento experimental. Essa relação entre MT com conjunção de informações e aquisição de linguagem foi investigada por Wang, Allen, Fang e Li (2017). No estudo os pesquisadores fizeram um treino com universitários monolíngues (norte-americanos) que nunca tiveram

contanto com o mandarim, com algumas palavras nessa língua associadas às figuras de objetos familiares e não familiares, assim como realizam também testagens de MT com palavras, formas e a conjunção dessas duas informações. Através disso foi possível correlacionar a aprendizagem das palavras em mandarim com a retenção dos pares de palavra-objeto. As evidências mostraram que o *binding* (vinculação de informações) é fator de relevância para a aquisição da nova língua, o que pode ser impulso para estudos, com amostras clínicas, que investiguem o *binding* e as dificuldades na aquisição da primeira língua.

Em outro estudo do mesmo grupo de pesquisadores, Wang et al., (2015) avaliaram o desenvolvimento do buffer episódico com grupos de crianças chinesas testadas por meio de instrumentos de avaliação da inteligência não-verbal, tarefas de conjunção de memória de trabalho e tarefas de reconhecimento de palavras. Os dados indicaram associação entre a habilidade de conjunção de informações (integrar conteúdo auditivo-verbal ao visual) da MT com a habilidade na tarefa de reconhecimento de palavras. Ou seja, os participantes que conseguiram recordar mais informações de modalidades cruzadas foram os que se saíram melhor nos testes de reconhecimento de palavras. Análises de regressão mostraram, ainda, que a memória para conjunção foi o único preditor da habilidade de reconhecimento de palavras quando foram controlados efeitos como idade cronológica, memória para características isoladas, consciência fonológica e capacidade de nomeação rápida de palavras. A pouca influência da consciência fonológica foi atribuída ao fato de que em mandarim o mapeamento dos caracteres ocorre pelas sílabas, preferencialmente, do que pelos fonemas. Ampliando esta discussão proposta pelos autores, podemos pensar que, nos casos em que o acionamento da rota fonológica esteja em déficit (como na dislexia, por exemplo), estratégias de compensação pelo treino cognitivo da integração auditivo-verbal e visual sejam alternativas bem sucedidas de desenvolvimento da linguagem.

O que os estudos citados nesta seção mostram, em síntese, é que há uma trajetória desenvolvimental relacionada à capacidade de armazenar informações integradas na memória de trabalho. Isto pode ser atribuído a um processo de maturação do sistema nervoso central, que tende à especialização de estruturas conforme as funções. Em termos de modelos teóricos, os pesquisadores consideram que o buffer episódico, subsistema responsável pela integração de informações, passaria por um processo de modificações no desenvolvimento que ocorre de modo independente à capacidade para registrar as características isoladamente. Deste desenvolvimento dependeriam funções complexas como aprendizagem de leitura-escrita da língua materna, bem como de uma segunda língua (Wang et al., 2017; Wang et al., 2015).

4.2 Memória de Trabalho para Integração de Informações e Desempenho Acadêmico

No âmbito do estudo do desenvolvimento da capacidade de integrar informações na memória de trabalho muito é cogitado a respeito do envolvimento das funções executivas neste processo. Blankenship e Riggins (2015) questionaram se os ganhos de desempenho ao longo da vida ocorrem em função dos picos de desenvolvimento do controle executivo. No estudo os autores relacionaram o perfil de funções executivas percebido por pais de crianças de 4, 6 e 8 anos de idade com o desempenho da memória para características integradas (unitárias) versus isoladas (não-unitárias). Os resultados apontaram que as funções executivas são evidenciadas no desempenho apenas da memória para informações isoladas, e para crianças de 8 anos de idade. Os autores atribuem este resultado ao fato de que nesta idade mudanças desenvolvimentais na organização ou estrutura das funções executivas estão ocorrendo, em uma relação estreita com as mudanças na organização neural, caracterizada por especialização funcional e segregação das funções do córtex pré-frontal. As possíveis implicações são alterações na capacidade de codificação e recuperação das informações.

As mudanças neurocognitivas mencionadas por Blankenship e Riggins (2015) podem apresentar naturezas distintas no desenvolvimento atípico. Baseado no modelo de multicomponentes da memória de trabalho de Baddeley um estudo realizado com dois grupos, um com crianças sem diagnóstico e outro com crianças com o diagnóstico de dislexia e dificuldades de aprendizagem não verbal (DANV), demonstrou a importância de considerar grupos clínicos para a análise da MT com e sem conjunção de informações, pois encontraram diferenças significativas no desempenho entre os grupos. As diferenças foram que o grupo sem diagnóstico não teve prejuízos para recordar informações na ordem inversa nem para recordar informações visuoespaciais integradas (cor e localização), apesar de apresentarem dificuldades para a recordação apenas das cores. Já o grupo com dislexia e com DANV apresentou prejuízos na recordação imediata das informações separadas (Garcia et al., 2014). Esse estudo aponta dificuldades não significativas para esse grupo específico com problemas de aprendizagem no que tange a MT para integração de informações, mas é possível que este resultado seja decorrente da avaliação de um mesmo componente da MT, que é o visoespacial.

No estudo realizado por Garcia e colaboradores (2015) foi avaliado o desempenho da memória de trabalho de crianças consideradas em risco para dificuldades não verbais de aprendizagem. De modo específico, as crianças com dificuldades de aprendizagem não verbais (DANV) apresentavam prejuízos na percepção visuoespacial, por exemplo, mas possuíam um bom desempenho em tarefas que demandavam compreensão verbal. Os resultados mostraram que o desempenho das crianças no desenvolvimento atípico não foi diferente daquele observado pelas outras crianças quanto à memória para características isoladas. Entretanto, as crianças do grupo DANV apresentaram mais dificuldades no desempenho da memória quando o conteúdo a ser memorizado era a conjunção de características. Os autores atribuíram os déficits de aprendizagem às dificuldades para integrar informações na memória, mais do que simplesmente registrar as características isoladamente, sendo a integração visual-espacial um aspecto crítico

em crianças que apresentam risco de transtornos do neurodesenvolvimento de habilidades específicas visuais e espaciais (Garcia et al., 2015).

Na série de estudos sobre memória de trabalho para integração de informações mais evidências foram levantadas sobre o papel relevante do binding visual-fonológico no desempenho acadêmico de crianças que apresentam transtornos específicos de aprendizagem de leitura e escrita. Em um dos estudos (Toffalini et al., 2017) as crianças tinham que memorizar associações entre formas sem significado e não palavras apresentadas em localizações espaciais fixas ou variáveis, bem como em apresentação simultânea ou serial dos estímulos. O desempenho para reconhecimento de informações indicou que as crianças com dislexia apresentavam dificuldades de memorização nas duas modalidades de apresentação de estímulos, diferentemente do grupo controle, e que elas não conseguiam utilizar a localização espacial fixa como um dispositivo de memorização das informações, como fizeram as outras crianças no desenvolvimento típico. Em estudo subsequente Toffalini e colaboradores (2019) demonstraram que os mesmos prejuízos no desempenho da memória para conjunção visual-verbal são observados quando a tarefa é de recordação, ao invés de reconhecimento.

Alguns estudos, apesar de não baseados no modelo de multicomponentes da memória, fazem relações importantes entre os integrantes das funções executivas, entre eles a MT. Um desses estudos é o de Ünal e Hohenberger (2017), que constataram uma vinculação evidente entre uma eficaz aquisição de informações básicas e o aumento da idade e a importância da eficiência da memória de trabalho visuoespacial para essas aquisições. Pondera-se aqui as estreitas relações da MT visuoespacial com o desenvolvimento de habilidades relacionadas à aprendizagem.

5. Conclusão

Pode-se observar que as evidências apontam para a confirmação da hipótese de prejuízos na MT para vinculação de informações (visuais e fonológicas) em amostras clínicas, mas os estudos abordam grupos específicos com o diagnóstico de dislexia, dificuldades de aprendizagem não verbal e dificuldades de leitura, ou seja, seria válido novos estudos com delineamento experimental que investigassem amostras com outros transtornos do neurodesenvolvimento. Isso é aqui apresentado pois, como pontuado por Baddeley (1986), há dados que demonstram que desenvolver bem a associação de informações fonológicas e visuais na MT é crucial nos processos de aprendizagem. Se há prejuízos nesse aspecto da MT, entende-se que as aquisições escolares ficam prejudicadas e há mais contribuições a serem feitas pelo desenvolvimento acadêmico nessa área, se ampliamos os grupos de análise podemos também ampliar técnicas capazes de auxiliar esses indivíduos diagnosticados com os transtornos.

Torna-se mais nítida a necessidade de ampliação de estudos experimentais na área para abarcar outros transtornos e tornar possível uma realidade mais acolhedora e facilitadora para indivíduos de grupos clínicos. Este estudo foi composto por trabalhos não só da área da Psicologia, o que demonstra também a carência de estudos e atuações multiprofissionais que abarquem novas possibilidades de avaliação e encaminhamentos desses sujeitos em condição de diagnóstico.

Sob essa óptica entende-se que a compreensão acerca do funcionamento dos subcomponentes da MT para integração de informações pode indicar protocolos de reabilitação cognitiva que melhorem o desempenho dos indivíduos nesse aspecto. A reabilitação pode proporcionar melhoras significativas nas habilidades escolares e desta maneira auxiliar diretamente os sujeitos nessa condição.

6.Referências

- APA, Associação Americana de Psiquiatria. (2013). *Manual de diagnóstico e estatístico dos Transtornos Mentais*. Tradução de M.I.C. Nascimento (org). Porto Alegre : Artmed
- Baddeley, A. D. (1986). Working memory (Vol. 11). Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (2007). *Working memory, thought, and action*. New York: Oxford University.
- Baddeley,A.D.(2012). Working memory: theories, models, and controversies. Annual review of psychology, 63, 1-29.
- Birba, A., Hesse, E., Sedeño, L., Mikulan, E. P., Garcia, M., Ávalos, J., Adolphi, F., Leaz, A., Bekinschtein, T. A., Zimerman, M., Parra, M., Garcia, A. M., & Ibáñez, A. (2017). Enhanced Working Memory Binding by Direct Electrical Stimulation of the Parietal Cortex. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 9(178), 136-142, <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00178>.
- Blankenship, S. L., & Riggins, T. (2015). Developmental differences in relations between parent-reported executive function and unitized and non-unitized memory representations during childhood. *Frontiers in psychology*, 6, 1214.
- Brockmole, J. R., & Logie, R. H. (2013). Age-related change in visual working memory: a study of 55,753 participants aged 8-75. *Frontiers in psychology*, 4, 12. doi:10.3389/fpsyg.2013.00012
- cognition, 43(3), 441-452.
- Cottini, M., Pieroni, L., Spataro, P., Devescovi, A., Longobardi, E., & Rossi-Arnaud, C. (2015). Feature binding and the processing of global–local shapes in bilingual and monolingual children. *Memory &*
- Cowan, N., Saults, J. S., & Clark, K. M. (2015). Exploring age differences in visual working memory capacity: Is there a contribution of memory for configuration?. *Journal of experimental child psychology*, 135, 72-85.

- Darling, S., Parker, M. J., Goodall, K. E., Havelka, J., & Allen, R. J. (2014). Visuospatial bootstrapping: Implicit binding of verbal working memory to visuospatial representations in children and adults. *Journal of Experimental Child Psychology*, 119, 112-119.
- Dehn, M. J. (2015). *Essentials of working memory assessment and intervention*. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, USA.
- Ferreira, T. D. L. (2011). *Avaliação da memória de trabalho auditiva e visual em crianças com transtorno do déficit de atenção e hiperatividade*. Dissertação. Unicamp.
- Galera, C. & Santana, J. J. R. A. (2012). Memória de trabalho e representação mental. In Lopes, E. J. (org) ,ed., *Temas em ciências cognitivas e representação mental*, Porto Alegre: Sinopsys, pp. 151-184.
- Garcia, R. B., Mammarella, I. C., Pancera, A., Galera, C., & Cornoldi, C. (2015). Deficits in visual short-term memory binding in children at risk of non-verbal learning disabilities. *Research in developmental disabilities*, 45, 365-372.
- Garcia, R. B., Mammarella, I. C., Tripodi, D., & Cornoldi, C. (2014). Visuospatial working memory for locations, colours, and binding in typically developing children and in children with dyslexia and non-verbal learning disability. *British Journal of Developmental Psychology*, 32(1), 17-33.
- Gindri, G., Keske-Soares, M., & Mota, H. B. (2007). Memória de trabalho, consciência fonológica e hipótese de escrita. *Pró-Fono*, 19(3).
- Godoy, J. P. M. C. (2010). *Integração de informações visuais e verbais na memória de trabalho* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Messina, L. F. & Tiedmann, K. B. (2009). Avaliação da memória de trabalho em crianças com transtorno do déficit de atenção e hiperatividade. *Psicologia USP*, 20(2), 209-228, <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65642009000200005>

- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Prisma Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS medicine*, 6(7), e1000097.
- Netto, T. M., Prando, M. L., Wong, C. E., Pureza, J. R., Scherer, L. C., Fonseca, R. P., & Landeira-Fernandez, J. (2011). Sistemas de memória: relação entre memória de trabalho e linguagem sob uma abordagem neuropsicolinguística. *Revista Neuropsicologia Latinoamericana*, 3(3), 34-39.
- Sarigiannidis, I., Crickmore, G., & Astle, D. E. (2016). Developmental and individual differences in the precision of visuospatial memory. *Cognitive Development*, 39, 1-12.
- Silva, C. D., & Capellini, S. A. (2013). Desempenho de escolares com e sem transtorno de aprendizagem em leitura, escrita, consciência fonológica, velocidade de processamento e memória de trabalho fonológica. *Revista Psicopedagogia*, 30(91), 3-11.
- Simmering, V. R., Miller, H. E., & Bohache, K. (2015). Different developmental trajectories across feature types support a dynamic field model of visual working memory development. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 77(4), 1170-1188.
- Toffalini, E., Marsura, M., Garcia, R. B., & Cornoldi, C. (2019). A cross-modal working memory binding span deficit in reading disability. *Journal of learning disabilities*, 52(2), 99-108.
- Toffalini, E., Tomasi, E., Albano, D., & Cornoldi, C. (2017). The effects of the constancy of location and order in working memory visual–phonological binding of children with dyslexia. *Child Neuropsychology*, 24(5), 671-685.
- Uehara, E., & Landeira-Fernandez, J. (2010). Um panorama sobre o desenvolvimento da memória de trabalho e seus prejuízos no aprendizado escolar. *Ciências & Cognição*, 15(2).

- Ünal, G., & Hohenberger, A. (2017). The cognitive bases of the development of past and future episodic cognition in preschoolers. *Journal of experimental child psychology*, 162, 242-258.
- Wang, S., Allen, R. J., Fang, S. Y., & Li, P. (2017). Cross-modal working memory binding and L1-L2 word learning. *Memory & cognition*, 45(8), 1371-1383.
- Wang, S., Allen, R. J., Lee, J. R., & Hsieh, C. E. (2015). Evaluating the developmental trajectory of the episodic buffer component of working memory and its relation to word recognition in children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 133, 16-28.